وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة ديالى
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم علوم الحياة

تأثير إضافة جسيمات أوكسيد وكبريتيد الزنك النانوي والرش بمركب مثيل الجاسمونيت في نمو وحاصل نبات البروكلي *Brassica oleracea* L. ومحتواه من مركب السلفورافان

أطروحة مُقدّمة إلى

مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة / جامعة ديالى وهي جزء من متطلبات نيل درجة الدكتوراه فلسفة في علوم الحياة

تقدمت بها

ولاء محمود شاكر الجبوري

بكالوريوس علوم حياة/ كلية التربية للعلوم الصرفة/جامعة ديالى/2010
ماجستير علم النبات/ كلية التربية للعلوم الصرفة/جامعة ديالى/2017

بإشراف

أ. د. مثنى محمد ابراهيم
أ. م. د. مصطفى عبد المجيد حميد

Ministry of Higher Education
and Scientific Research
University of Diyala
College of Education for Pure Science
Department of Biology

Effect of adding Zinc oxide and Sulfide Nanoparticles and spraying with Methyl Jasmonate on the growth and Yield of *Brassica oleracea* L. and its sulforaphane content.

A Dissertation Submitted to
the Council College of Education for Pure Science/ University of Diyala in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Biology

By

Walaa Mahmood Shakir AL-Jubouri

B.Sc.Biology/ College Education for Pure Science / Diyala University,2010
M.Sc. Botany / College Education for Pure Science / Diyala University, 2017
Supervised by

Dr. Muthana Muhamad Ibrahem
Professor
Dr. Mustufa Abdul Magged Hameed
Assist. Professor

1443 A.H **2022 A.C**

1- ألمقدمة Introduction

يعد نبات البروكلي *Brassica oleraceae* var. Italica أحد أهم محاصيل الخضر التي تنتمي إلى العائلة الصليبية Brassicaceae، وله العديد من الأسماء الإنكليزية منها Sporouting Cauliflower, Asparagus Italian, Broccoli, ويسمى ايضاً في المملكة المتحدة Calabrese (عمر وآخرون، 2013). يزرع نبات البروكلي من أجل نوراته الزهرية التي تؤكل بطور البراعم الزهرية مع الحوامل السميكة الغضة لها (حسن، 2004). إن الموطن الأصلي لنبات البروكلي هو مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط (السيد، 2009). أذ زُرع لأول مرة عند حكم الرومان لإيطاليا، وكذلك في إنكلترا عام 1720م، وبعدها انتقلت زراعته إلى أمريكا عام 1806م، أما من الناحية التجارية فقد زُرع في امريكا ولأول مرة عام 1923م من أجل التسويق التجاري لنبات البروكلي في أمريكا (Ouda وMahadeen، 2008). يعد نبات البروكلي من النباتات ذات القيمة الغذائية العالية لما يحتويه من فيتامينات عديدة كفيتامين Aو B1 و B2 و B5 و B6 و B17 و E والعناصر المعدنية والكاروتينات التي تتحول لاحقاً الى فيتامينA في داخل جسم الأنسان (Thapa وRair، 2012). كذلك يحتوي على نسب عالية من فيتامينC وحامض الفوليك Folic acid والرايبوفلافين والنياسين (Yoldas وآخرون، 2008). كذلك يعد مصدراً مهماً لمركب السلفورافان (Sulforaphane) الذي له خصائص مضادة لمرض السرطان، أذ تبين انهُ بالإمكان تقليل خطر الإصابة بالسرطان بنسبة45% عند تناول البروكلي لعدت مرات في الأسبوع، كذلك أسهم في منع الإصابة بالعمى الشيخوخي (Yokoوآخرون، 2019). فضلاً عن قيمته العلاجية والغذائية فأنهُ علاج ومضاد حيوي للكثير من الأمراض الشائعة، إذ يساعد على تنظيم مستوى السكر ويزيد القوة البدنية ويساعد على حماية الجسم من أمراض القلب والمسالك البولية والتناسلية ومنظم لمشكلة التبول (سلوم والصحاف، 2016).

ولأهميته الغذائية والعلاجية فقد أجريت على نبات البروكلي العديد من الأبحاث من أجل زيادة انتاجه وتحسين صفاته الزراعية (سلطان ومحمد، 2020). إن تدهور التربة والاحتياج لمساحات زراعية كبيرة واستنفاد الماء والمغذيات بكميات عالية هي من أهم المشاكل التي تواجه الزراعة التقليدية في وقتنا الحاضر، وكذلك مشكلة التضخم السكاني الذي يتزايد بمعدلات عالية لا تتناسب مع معدلات انتاج المحاصيل الغذائية، لذا كان من الضروري ايجاد طرائق وتقنيات تعمل على القضاء على هذه المشاكل، ومن بين هذه التقنيات تقنية المزارع المائية(AlShrouf ،2017). التي عرفت بأنها تقنية تنمية النباتات في اوساط اخرى غير التربة (كالرمل والصوف الصخري والحصى ونشارة الخشب والفيرميكوليت والبرلايت الخ) والتي يضاف لها المحاليل المغذية اللازمة لنمو النباتات (الرواحي وآخرون ، 2013) أذ تمتاز هذه التقنية بزيادة كمية الانتاج في وحدة المساحة المزروعة وذلك عن طريق استخدام كميات قليلة من الماء والاسمدة (AlShrouf ،2017).

تعد تقنية النانو تكنولوجي من التقنيات الحديثة التي لها تأثيرات ايجابية في العديد من المجالات الزراعية والطبية والهندسية وكذلك في مجال الطاقة (Monica و Cremonini ، 2009 و Kanjana ، 2015) ويتم التعامل فيها مع مواد وتراكيب تتراوح ابعادها بين1– 100 نانومتر (Sharma وآخرون ، 2009). أذ يعمل الحجم الصغير للجزيئات النانوية على ازدياد المساحة السطحية ويزيد نشاطها وتفاعلها الكيميائي بالمقارنة مع الجزيئات الكبيرة (Ditta و Arshad ، 2016). فضلاً عن قابلية الجزيئات النانوية على تحسين جودة ونوعية النباتات عن طريق زيادة كفاءة امتصاص المغذيات والقضاء على الامراض والآفات التي تصيب النباتات(Naderi و Abedi ، 2012). كذلك اسهمت هذه التقنية في الحد من استخدام الاسمدة العادية بكميات كبيرة في المجال الزراعي فضلاً عن قدرتها على زيادة الإنتاج وتحسين نمو النباتات (Prasad وآخرون ، 2017). إن وجود المعادن في التربة القلوية بأحجام نانوية وفي حالات أكسدة متعددة تعمل كأدوات لتعديل حالة الأكسدة والاختزال للخلية. وبالتالي فإن

استخدام الجسيمات النانوية المعدنية يمكن أن يزيد من نمو نباتات المحاصيل وقوتها، ويمكن ان يثبت ذلك أنه بديل ممتاز للمحاصيل المعدلة وراثيًا (Rajeev وآخرون، 2016).

يعد الزنك أحد المغذيات الصغرى المهمة والضرورية والأساسية في الأنشطة الأيضية للنبات، وله دورٌ مهم في بناء النبات ونموه من خلال اسهامه في العديد من العمليات الحيوية والفسيولوجية المختلفة ومنها عمليات التصنيع والتمثيل الغذائي وتكوين الطاقة (Mousavi ، 2011). وينظم نشاط الكثير من الإنزيمات التي تشترك في النمو والتعبير الجيني وبناء البروتينات (Gowayed و Kadasa ، 2016). وقد استخدم الزنك بتركيبه النانوي بشكل كبير وواسع في كل من المواد الغذائية ومستحضرات التجميل وفي الكثير من التطبيقات البيولوجية والدوائية، إذ يُعَدُ عاملاً مضاداً للجراثيم وينظم ويعزز كل من المناعة والنمو بشكل أفضل من الزنك التقليدي ويقلل بشكل غير مباشر من التلوث البيئي (Swain وآخرون، 2016). ويستخدم أوكسيد الزنك مصدر للزنك وهو مركب لا عضوي يمتلك عدت استخدامات (Wang وآخرون ، 2004) ، اذ يمتاز برخص ثمنه وتوفره وسهولة تحضيره وبإمكانه الارتباط بالكثير من المواد، وكذلك امتلاكه خاصية الاستقرار الكيميائي (Ali و Meshari ، 2014). كذلك استخدم كبريتيد الزنك النانوي كذلك في الكثير من الصناعات كمستحضرات التجميل والمطاط والطلاء والمستحضرات الطبية كونه غير سام وأكثر استقراراً في طبيعته من أشباه الموصلات الأخرى كجزيئات الزنك الاعتيادية كبيرة الحجم (Mala وآخرون،2019).

يعد المثيل جاسمونيت Methyl Jasmonate (MeJA) من المنظمات التي تستخدم في تنظيم مضادات الأكسدة في النبات وحثها على بناء المركبات الدفاعية(Lata وآخرون، 2021)، والتعبير عن الجينات المرتبطة بالأمراض والمشتركة في أنظمة المقاومة المكتسبة والذاتية وبالتالي فهو يستخدم كمضاد لمسببات الأمراض، فضلاً عن الحد من تأثير الإجهاد المائي والملحي ودرجة الحرارة المنخفضة واجهاد المعادن الثقيلة والعناصر السامة الأخرى، كذلك يحسن النمو ويحث على تراكم المركبات النشطة ويؤثر

على مستوى الهرمونات الذاتية وغيرها من الخصائص الفسيولوجية والكيميائية الحيوية في النباتات المجهدة(Xiaxia وآخرون، 2019). وإن للمثيل جاسمونيت دور مهم في قتل الخلايا السرطانية دون التأثير في الخلايا الطبيعية من خلال حث النباتات المضادة للسرطان على تنشيط الكيناز الطرفي في النباتات وكيناز بروتين الخلايا البشرية وعلى فصل السايتكروم سي في مايتوكوندريا الخلايا السرطانية (Rotem وآخرون، 2005). وهذا ما دفعنا إلى دراسة رش نبات البروكلي بهذا المركب ومعرفة تأثيره في مكوناته، كونه من النباتات ذات الأهمية الكبيرة في معالجة السرطان.

وبسبب الاهمية الغذائية والعلاجية لنبات البروكلي، ومن اجل تحسين نمو وزيادة انتاج النبات باستخدام أحدث الطرائق والتقنيات، فضلا عن ندرة البحوث المنجزة حول استخدام الاسمدة النانوية في انتاج نبات البروكلي باستعمال تقنية المزارع المائية في العراق، نفذت هذه التجربة بهدف دراسة:

1- تأثير استعمال تقنية المزارع بدون تربة باستخدام البيرلايت واضافة اوكسيد وكبريتيد الزنك النانوي في بعض صفات النمو والصفات الزهرية والفسلجية لنباتات البروكلي.

3- تأثير رش نباتات البروكلي النامية في وسط البيرلايت بمركب Methyl Jasmonate في بعص صفات النمو والصفات الزهرية والفسلجية لنبات البروكلي.

SUMMARY

This study included three experiments, the first laboratory, the second and the third field, during the period from September 2020 to March 2021, the laboratory experiment was conducted in the laboratories of the College of Education for Pure Sciences / University of Diyala, and included the preparation of nano-zinc oxide (ZnO) and nano-zinc sulfide (ZnS) by the Co-precipitation method. The two compounds were characterized by spectroscopic and physical diagnostic methods, including infrared spectroscopy (FTIR), X-ray diffraction (XRD), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) and scanning electron microscopy (SEM). The results showed that the average particle size of zinc oxide and zinc sulfide nanoparticles prepared by the precipitation method was 33.40 and 6.36 nm for each respectively, The nanoparticles of each of the two compounds were prepared with high purity and at nanoscale. As for the two field experiments, they were conducted in the greenhouse of Baquba nursery/ Diyala Agriculture Directorate.

-The first experiment: included studying the effect of adding concentrations of 75 and 150 $mg.L^{-1}$ of zinc oxide and zinc sulfide nanoparticles individually to the nutrient solution of Brassica oleraceae var. Italica. As well as the control treatment (cooper's solution without zinc) using the soilless cultivation technique. An experiment was designed using the completely randomized design (CRD), with three iterations for each treatment and three observations for each iteration. The results of the experiment showed the following:

1- Nano zinc oxide at a concentration of 75 $mg.l^{-1}$ was superior to all treatments in most of the vegetative characteristics, as the average plant height was 55.50 cm, the average stem diameter was 9.025 mm, the average leaf area was 444.51 cm^{2}, and the average number of branches was 12.0 $branch.plant^{-1}$, Compared with the control treatment. While the treatment with zinc sulfide nanoparticles at a

concentration of 75 mg.l^{-1} was superior in the average fresh and dry weight of the shoot total of 730 and 91.67 g compared to the control treatment, As for the treatment with zinc sulfide nanoparticles prepared by sedimentation method at a concentration of 150 mg.L^{-1}, has been exceeded In the average number of leaves that reached 21.667 leaf.$plant^{-1}$.

2- The use of nano-zinc oxide at a concentration of 75 mg.l^{-1} achieved significant superiority in some treatments by recording the highest average in the diameter of the main pink disc and its fresh weight, with an average of 25,250 cm and 366.67 g respectively, Compared to the control plants, While the treatment with zinc sulphide at a concentration of 150 mg.l^{-1}, which was prepared by precipitation method, achieved significant superiority in the average dry weight of the main tablet and the total carbohydrate content in leaves and fruits which reached 25.073 gm, 139.90 and 132.0 mg.kg^{-1} dry weight respectively.

3- The zinc oxide nanoparticles were treated with a concentration of 75 mg. L^{-1} prepared by sedimentation method was significant on all treatments by recording the highest mean of chlorophyll index in leaves of 66.52 SPAD units Compared to the control plants, the same treatment showed superiority in increasing the content of sulforaphane in fruits. And with an average of 60.48 µg/gm fresh weight compared to the treatment with zinc sulfide nanoparticles at a concentration of 75 mg. L^{-1}, This treatment caused a significant increase in the auxin content of the leaves amounted 21,500 mg compared to the control plants.

4- Nano zinc sulfide treatment was recorded at a concentration of 75 mg. L^{-1} significant increase in the percentages of nitrogen and protein in leaves and fruits, with a percentage of 1.083 and 6.770% in leaves and 3.700 and 23.125% in fruits respectively, The percentage of phosphorous in the leaves of the same treatment was also superior to 7.5%, while the plants treated with nano zinc sulfide at a

concentration of 150 mg.L^{-1} recorded the lowest percentage of 0.875 and 5.468% in the leaves and 2.250 and 14.062% in the fruits for the same traits respectively.

- The second experiment: It included studying the effect of spraying with Methyl Jasmonate at concentrations of 25, 50 and 75 micromol.l^{-1} as well as the control treatment using the soilless cultivation technique. An experiment was designed using the complete randomized design (CRD) and included a study of four treatments with nine repetitions for each treatment. The results of the experiment showed the following:

The treatment of spraying with MeAJ compound at a concentration of 75µmol.l^{-1} had a significant increase in both plant height and leaf area, which recorded an average of 53.80 cm and 453.75 cm^2 respectively. The average of the traits decreased with the same treatment in each of the stem diameter and the fresh weight of the shoot, and the lowest value was 8.05 mm and 634 g. $plant^{-1}$ respectively. While the spraying treatment with MeJA compound 50µmol.l^{-1} was significantly superior in the number of leaves and their content of chlorophyll and the percentage of nitrogen, protein and potassium in the fruits and the average percentage of dry matter in them, and recorded an average of 26.0 leaf .$plant^{-1}$. and 71.376 SPAD, 2.950%, 18.437%, 61.1% and 10.08% respectively, compared to the comparison treatment. As for the spraying treatment with MeJA compound at a concentration of 25 mol.l^{-1}, it was superior in the auxin content in the leaves, the average main weight, the total carbohydrates and sulforaphane compound in the fruits, the weight was 22.846 mg.kg^{-1} fresh weight, 34.490 gm and 146.690 mg^{-1} dry and 140.12 µg/g respectively.